



**Universidad**  
**Zaragoza**

## Trabajo Fin de Grado

Análisis de la función de producción del campeonato de  
F1.

Autor/es

**Raúl Pueyo Varea**

Director/es

**José Manuel Espitia**

Facultad de Economía y Empresa

2014/2015

**Autor del trabajo**

Raúl Pueyo Varea

**Director del trabajo**

José Manuel Espitia

**Título del trabajo**

Análisis de la función de producción del campeonato de F1.

**Titulación**

Grado en Administración y Dirección de Empresas.

**RESUMEN**

El trabajo plantea el estudio de una aproximación a la función de producción en el campeonato de F1. El enfoque que se adopta es el del punto de vista de la maximización de los puntos totales del campeonato respecto a una serie de variables influyentes en su consecución. En primer lugar, y tomando como referencia los datos suministrados tanto en la pagina web oficial de la Formula One como en varios documentos, como revistas y artículos, se realizan varios modelos de estimaciones con los datos conseguidos durante el periodo de 2011 a 2014 para poner en relación y analizar los resultados de dichos estudios. Según este análisis, la función de producción de puntos en un campeonato del F1 depende de las variables independientes posición de salida, pilotos y motor. El primer modelo tiene en cuenta, como variable independiente, el trabajo desarrollado por el equipo antes de la carrera, cuyo resultado se plasma en la posición en la parrilla de salida. El segundo modelo incorpora la variable piloto, cuyas habilidades y capacidades tienen un fuerte impacto. Y el tercer modelo, que incluye el motor, el cual está formado por numerosos elementos con especificaciones técnicas diferentes unos de otros y que, por supuesto, influye de forma determinante en la mayoría de las carreras. Para la realización de todos estos modelos se ha utilizado el programa econométrico Gretl, que permite analizar un sinfín de estimaciones y que se procederá a explicar en el desarrollo del trabajo.

Otro enfoque del proyecto se centra en la explicación de la obtención de los datos que han sido necesarios para realizar los modelos, la integración de esos datos y su posterior explicación y, como no podía ser de otro modo, la exposición y explicación detallada de

los resultados obtenidos. Estos datos se han explicado carrera a carrera y año a año, para que su posterior comparación fuera más sencilla de analizar.

## **ABSTRACT**

This work raise the study of an approximation to the production function in the F1 championship. The adopted approach is from the point of view of maximisation the total score of the championship with regard to a series of variables influencing its attainment. First of all, talking as a reference data provided in the official web pape of Formula One as well as in different magazines and reports, several valuation models, with data obtained in the 2011-2014 period have been performed in order to relate and analise the results from those studies. According to this analysis, the production function of points in a F1 championship depends on the independent variables starting position, F1 driver and engine. The first model takes into account, as independent variable, the work carried on by the team before the raice which results have shown in the starting block. In the second model the variable driver whose skills and capacities have a strong incidence is incorporated. And the third model which includes engine, which is composed by numerous components with different technical specifications one from the other and that of course influences in a decisive way in most raices . The execution of all this models has been performed using the econometric program Gretl, which allows the analysis of an endless number of estimations and that will be explained during the development of this work.

Another approach of the project is centered on the explication of the data obtention that have been necessary to perform the models, the incorporation of those data and their later explanation and, as could not be other wise, the exposition and detailed of the obtained results. This data have been explained raice to raice and year to year so that their later comparison were easier to analise.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	5
<i>2. La normativa de la F1.....</i>	<i>6</i>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	6
2.2 REGLAMENTO TÉCNICO DEL MONOPLAZA.....	6
2.3 NORMAS DEL CIRCUITO.....	12
2.4 MODELO DE CLASIFICACIÓN PARA LA CARRERA.....	15
2.5 SISTEMA DE PUNTUACIÓN.....	18
<i>3. Desarrollo del modelo.....</i>	<i>19</i>
<i>4. Análisis de los modelos.....</i>	<i>27</i>
4.1 PROGRAMA GRET.....	27
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS.....	28
<i>5. Conclusiones finales.....</i>	<i>40</i>
<i>6. Anexos.....</i>	<i>41</i>
<i>7. Bibliografía.....</i>	<i>46</i>

## **1. INTRODUCCIÓN**

La industria de la Formula One(F1) está considerada como lo máximo del mundo del motor, con unos altos niveles de innovación y una gran exposición internacional como deporte. En la actualidad, las carreras de F1 son consideradas como el deporte mundial más popular, consiguiendo millones de televidentes por carrera (ver Collings,2001; Hotten, 2000).

La regulación del campeonato mundial de F1 determina que el titulo de campeón es para aquel que consigue el mayor número de puntos en cada temporada (Fédération Internationale de l'Automobile[FIA], artículo 6.2). Desde 2003 hasta 2009, en todas las carreras, solo los ocho primeros pilotos puntuaban. En 2010, la F1 modificó el sistema de puntos para permitir que más pilotos pudieran disputar el título de campeón, dando puntos a los diez mejores clasificados en cada carrera.

Este trabajo propone un método de evaluar los factores significativos para maximizar los puntos totales en cada temporada, dependiendo de varias variables que se explicaran en el desarrollo del trabajo, ya que es lo que fundamenta a este deporte; la consecución del máximo número de puntos. El contenido del trabajo está dividido en tres grandes bloques. El primero de ellos presenta el marco institucional, la normativa de la F1, explica sobre una visión más teórica los elementos y limitaciones disponibles para cada escudería o piloto. Además de las reglas o normas preestablecidas y sus posibles sanciones si estas no se cumplen. El segundo bloque se refiere al desarrollo del modelo del trabajo aplicado al ámbito de referencia, en el cual se detallan las variables a estudiar y su implicación en los diferentes modelos analizados. Y, por último, un tercer bloque en el que se exponen todos los resultados obtenidos de las estimaciones y su significado desde el punto de vista económico.

Antes de pasar a redactar el contenido del trabajo, hay que mencionar que en las estimaciones de los modelos no se considera el elemento de la carrocería por la imposibilidad de cuantificar esta variable. Si se incluyera en la variable escudería, además de motor podría reflejarse dicha variable.

Para finalizar se expondrán una serie de conclusiones finales referentes a todo el proyecto de fin de grado realizado.

## **2. NORMATIVA DE LA F1**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

La Formula One impone una serie de reglas, normas, acciones y limitaciones que todo aquel que quiera participar en este mundo debe cumplir. Estas pueden ser normas deportivas, como por ejemplo, la distancia de las carreras, o normas administrativas o técnicas que analizaremos a continuación.

Todas las carreras deberán ser igual a la menor cantidad de vueltas completas que superen una distancia de 305 kilómetros (Mónaco 260 kilómetros). Sin embargo, en caso de transcurrir dos horas antes de completar la distancia de la carrera programada, al líder se le mostrará la bandera a cuadros cuando cruce la línea de llegada al final de la vuelta durante la cual el período de dos horas terminó. Si la carrera se suspende, la duración de la suspensión será añadida a este período de 2 horas hasta un máximo de tiempo total de carrera de cuatro horas.

El número máximo de eventos en el Campeonato es de 20, el mínimo es de 8. La lista definitiva de los eventos es publicado por la FIA antes del 1 de enero de cada año. Un evento puede ser cancelado si menos de 12 coches están disponibles para él. Los equipos pueden usar cuatro pilotos distintos en una misma temporada, pudiendo puntuar cada uno de ellos. Además de estos, cada equipo puede utilizar pilotos adicionales en cualquier sesión de entrenamientos de viernes (no pueden pilotar más de dos pilotos en una misma sesión) siempre que estén en posesión de la Super Licencia de la FIA.

### **2.2 REGLAMENTO TÉCNICO DEL MONOPLAZA**

Los diferentes monoplazas que conforman la parrilla en cada campeonato de F1 deben cumplir una serie de normas en cuanto a la composición de cada uno de sus elementos. Cada escudería sigue una estrategia de innovación y desarrollo pero todas tienen que ser conscientes de sus límites. Varios de estos elementos son:

1. **Chasis:** La anchura total del monoplaza, excluyendo los neumáticos, no puede ser mayor a 1800 mm y la altura total no puede exceder los 950 mm. Aunque no existe una longitud máxima, las demás normas establecen límites indirectos sobre estas dimensiones, y casi todos los aspectos del coche lleva regulaciones de talla. En consecuencia, los distintos coches tienden a estar muy cerca del mismo tamaño. Desde 2014, el peso total del monoplaza con neumáticos de seco y con el piloto

dentro usando la indumentaria completa, no puede ser menor a 691 kg en todo momento durante un evento. A partir de 2015, el peso mínimo será de 710 kg. Si, cuando sea necesario para la comprobación, un coche no está equipado con neumáticos de seco, se pesa con una serie de neumáticos de seco seleccionado por el delegado técnico de la FIA. El coche debe tener cuatro ruedas montadas externamente del chasis. Las de la parte anterior son las únicas que pueden virar, mientras que las posteriores son las únicas que pueden tener tracción. Actualmente hay unas distancias mínimas entre las ruedas y el chasis. El chasis principal contiene una jaula de seguridad, la cual contiene el puesto de conducción y su función es reducir el impacto recibido por un posible choque frontal. El depósito de gasolina se encuentra justo detrás del puesto de conducción. Adicionalmente, el coche debe tener barras reforzadas delante y detrás del piloto. El piloto debe ser capaz de entrar y salir del coche sin más esfuerzo que retirar el volante.

También hay normas sobre pruebas de choque obligatorias. Hay una prueba de impacto frontal contra una barra de acero a 30 mph (48 km/h), en la cual la "desaceleración media no debe exceder 25 g", con un máximo de 60 g para un máximo de 3 milisegundos, sin dañar el chasis más allá de la sección de la nariz. El mismo chasis debe sostener un impacto trasero de un trineo a 30 mph (48 km/h), sin daño en el frente del eje trasero. La jaula de seguridad no está permitido que se aplaste más allá de 50 mm, y un fallo estructural sólo se permite en los primeros 100 mm del cuerpo. El impacto de objetos de 780 kg a 10 m/s debe ser desacelerado a menos de 20 g, y absorber no menos de 15% y no más del 35% de la energía total; 80 kN no pueden exceder más de 3 milisegundos. El volante debe sobrevivir al impacto de un objeto de 8 kg y 165 mm de diámetro a 7 m/s sin deformación de la rueda o daños en el mecanismo de liberación rápida. Además, existen "pruebas de compresión" en los laterales de cabina, tanque de combustible, y nosebox (parte del coche que conecta el monocasco con el alerón delantero). El habitáculo debe sobrevivir a una fuerza de 25 kN sin falla. Para el tanque de combustible, se aplican 12,5 kN. Está permitida una deformación máxima de 3 mm. Para el borde del habitáculo, las cifras son de 10 kN y 20 mm. El nosebox debe resistir 40 kN durante 30 segundos sin falla. En 2013, se han añadido pruebas de flexión en los alerones más estrictas. Estas pruebas colocan un peso de 102 kg para comprobar que el alerón delantero no flecta más de 10 milímetros hacia abajo, realizándose la prueba en los

extremos del alerón delantero (donde ya se realizaba con anterioridad) y ahora también en la nariz del morro.

2. **Motor:** Los motores de Fórmula 1 deben ser de aspiración natural, de cuatro tiempos, de combustión interna a gasolina y con motor alternativo de pistones circulares con un máximo de dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Desde 2014, los motores deben ser V6 (6 cilindros en V a 90°) con una cilindrada máxima de 1,6 litros. El cigüeñal y el árbol de levas deben estar hechos de acero o hierro fundido. El uso de materiales compuestos de carbono para el bloque de cilindros, culata y pistones, no está permitido. La velocidad de giro del cigüeñal debe estar limitada para que no exceda las 15.000 rpm. Los motores son turboalimentados y con sistemas de recuperación de energía (ERS). El ERS no sólo acumulará energía en las frenadas, sino que también sacará partido del calor residual del turbocompresor. Aportará 120 caballos extra durante 33,3 segundos por vuelta, en lugar de los 60 durante 6,67 segundos que aportaba el KERS. Debido a esta tecnología híbrida, los nuevos motores usarán un 35% menos de combustible. Así, cada monoplace tiene asignado 100 Kg. de combustible (2015) frente a la cantidad ilimitada de la pasada campaña. Además, los motores deberán ser más fiables, debido a que se reduce el número de propulsores permitidos para cada piloto a tan sólo cinco unidades, mientras que antes eran ocho el máximo número de motores que se podían utilizar sin que conllevará una penalización. La longitud variable de admisión y de escape están prohibidos. Tampoco están permitidos los sistemas de temporizado variable de la apertura de válvulas. El sistema de escape solo podrá tener una salida central, que redirigirá los gases calientes para crear una mayor adherencia a la pista. Está prohibido que la presión del sistema de inyección de gasolina exceda los 500 bares. Sólo se permite un inyector de gasolina por cilindro. También está prohibida la inyección de una sustancia en los cilindros que no sea aire y combustible (gasolina).
3. **Neumáticos:** Un solo proveedor de neumáticos (actualmente Pirelli) suministra todos los neumáticos a todos los equipos, estando esta norma vigente desde la temporada 2007. Todos los neumáticos deben utilizarse tal como se suministran por el fabricante. Cualquier modificación o tratamiento están prohibidos. Los neumáticos sólo se puede inflar con aire o nitrógeno. Cualquier proceso cuya



intención sea reducir la cantidad de humedad en el neumático y/o en su gas de inflado está prohibido. Sólo está permitido usar elementos de calentamiento sobre la superficie exterior del neumático, pero a partir de 2015 también estarán prohibidos. Hay seis tipos distintos de neumático: cuatro opciones para seco, una para lluvia y otra intermedia. Las cuatro opciones para seco son dos opciones de neumáticos Prime(duro y medio) y dos opciones de neumáticos Option(blando y súper-blando). Los neumáticos *prime* son más duraderos que los neumáticos *option*, mientras que los neumáticos *option* proporcionan más agarre que los neumáticos *prime* y por lo tanto proporcionan un menor tiempo de vuelta. De las cuatro opciones para seco, el proveedor escoge una entre las dos opciones prime (denominados neumáticos duros) y otra entre las dos opciones option (denominados neumáticos blandos), proporcionando estos compuestos a todas las escuderías en cada Gran Premio, mientras que las opciones intermedias y de lluvia siempre están disponibles.

Cada piloto tiene a su disposición un número limitado de conjunto de neumáticos durante una carrera: once para seco (seis juegos de *prime* y cinco de *option*), cuatro para intermedio y tres para lluvia. Cada neumático debe estar marcado con un identificador único durante una carrera. Si la calificación y la carrera se realiza a partir de neumáticos de seco, los conductores que llegan a la sesión de calificación tercera deben utilizar los neumáticos con los que fijaron su tiempo para iniciar la carrera. Los coches deben correr en ambos tipos de compuestos secos durante la carrera a menos que los neumáticos intermedios o lluvia hayan sido utilizados por el coche en esa carrera. Cada compuesto se diferencia por un color diferente del logo de Pirelli en el flanco lateral: rojo para el súper-blando, amarillo para el blando, blanco para el medio, naranja para el duro, verde para los intermedios y azul para los de lluvia. Al comienzo de la temporada de 2011, la opción de neumáticos se diferencian también por una banda blanca alrededor del borde de la llanta para mejorar la visibilidad. Esta solución temporal fue utilizada en Malasia y China antes de que la solución permanente de una banda de color que bordea el logo Pirelli, fuera adoptada para el resto de la temporada. Antes de la fase de calificación, los neumáticos de lluvia e intermedios sólo se pueden utilizar si la pista se considera mojada por el director de la carrera. El inicio de la carrera detrás del coche de seguridad debido a fuertes lluvias, requiere que los vehículos vayan equipados con neumáticos de lluvia hasta que se relance la carrera. Desde la temporada 2012, todos

los neumáticos asignados al piloto se podrán utilizar en el primer día de entrenamientos, a diferencia de las temporadas anteriores cuando solo se podían usar tres juegos en el primer día.

#### 4. Otros:

- *Sistemas eléctricos:* Los sistemas eléctricos y de control a bordo, una vez inspeccionadas al inicio de la temporada, no podrán ser modificados sin autorización previa. Encendidos electrónicos, sistemas de lanzamiento y, desde 2008 también el control de tracción, están prohibidos. Los ordenadores deben contener un sistema telemétrico de información de datos sobre accidentes.

Dispositivos de arranque separados se pueden utilizar para arrancar motores en los boxes y en la parrilla. Si el motor está equipado con un dispositivo anti-bloqueo, este deberá ser ajustado para cortar el motor en menos de diez segundos en el caso de un accidente. Todos los coches deben llevar varios LED (rojo, azul y amarillo) en la cabina para proporcionar al piloto información sobre las condiciones y las señales en pista. Dichos LED deben tener un diámetro mínimo de 5 mm y deben estar montados en el campo visual normal del piloto.

- *Cambio de marchas:* El cambio de marchas automático es considerado una ayuda para el piloto y no está permitido. A la hora de cambiar de marchas, el embrague y el acelerador no necesitan estar bajo el control del piloto.

Durante el inicio de la carrera, solo se permite realizar un cambio de marchas en la salida antes de que el coche haya superado los 100 km/h. De este modo, cualquier marcha debe ser capaz de acelerar de 0 a 100 km/h a 15.000 revoluciones por minuto. Desde 2014, la caja de cambio tendrá una velocidad más, haciendo un total de ocho y debe durar seis carreras consecutivas, frente a las cinco de antes. Cualquier cambio prematuro conllevará penalizaciones.




- *Repuestos:*
  - Ningún competidor puede tener más de dos coches disponibles para su uso en cualquier momento durante un evento.
  - Ningún piloto puede utilizar más de cinco motores en un mismo Mundial. Si un piloto usa más de cinco motores, perderá diez plazas en la parrilla de salida.
  - Ningún piloto puede usar más de una caja de cambios durante seis eventos consecutivos en los que compita su equipo. Si un piloto usa una caja de cambios de recambio perderá cinco plazas en la parrilla de salida.
  
- *Alerón trasero móvil (DRS):* Hasta la temporada 2012, los pilotos podían activar el DRS durante los libres y la calificación las veces que quisiesen. A partir de 2013, se puede utilizar únicamente en carrera, en las mismas condiciones que hasta ahora, es decir, en las zonas delimitadas del circuito a tal efecto y cuando el piloto que quiera adelantar esté a menos de un segundo del coche precedente al pasar por la zona de detección.
 

El doble DRS activo, utilizado por Mercedes y Red Bull en 2012, queda prohibido a partir de 2013. Consistía en unas ranuras instaladas en los laterales del alerón trasero que, si bien permanecían tapadas por el plano superior del alerón, al activar el DRS —el sistema que levanta dicho plano para reducir la resistencia al aire y ganar velocidad en las rectas— se descubrían estas ranuras, dejando pasar el aire por ellas y permitían ganar todavía más velocidad punta, dirigiendo el aire al alerón delantero o de nuevo a otra zona del alerón trasero.





El reglamento de 2013 no prohíbe sin embargo el doble DRS pasivo, un sistema que habrían probado Mercedes y Lotus en sesiones de libres en 2012. Por lo visto en 2012, año en el que no se llegó a probar en carrera, el sistema no daría tantos beneficios en el rendimiento del monoplaza.
  
- *Reabastecimiento de combustible:* A partir de 2010, el reabastecimiento de combustible ya no está permitido durante la carrera, arrancando cada vehículo con el depósito de combustible lleno.



### **2.3 NORMAS DEL CIRCUITO**

Entre 2011 y 2014 se disputaron un total de 77 Grandes Premios en los que tanto pilotos como el resto del equipo que forman las escuderías deben seguir una serie de normas para garantizar la seguridad y el espectáculo de la F1. Para ello tienen que conocer todos los elementos que pueden llegar a aparecer a lo largo de una carrera. Las banderas son un elemento muy importante que todo piloto tiene la obligación de conocer para saber qué hacer en cada momento:

1. Bandera a cuadros : Final de carrera, o en su caso, de cada una de las sesiones de la competición.
2. Bandera roja : Detención de los entrenamientos o de la carrera ya sea por un accidente o por causas meteorológicas. Todos los pilotos deben reducir inmediatamente su velocidad, detenerse si es necesario y volver a los boxes —o al lugar previsto por el reglamento de la prueba—. Está prohibido adelantar. Esta bandera se muestra únicamente por orden del director de carrera. Todos los semáforos del trazado se pondrán en rojo.
3. Bandera amarilla : Peligro, no se permite el adelantamiento y se debe reducir la velocidad. Puede ser mostrada a los pilotos de dos formas diferentes;
  - Una bandera amarilla significa reducir la velocidad, no adelantar y estar preparados para variar la trazada debido a la presencia de un peligro en un borde de la pista o en una parte de la misma.
  - Dos banderas amarillas significa reducir la velocidad, no adelantar y prepararse para variar la trazada o incluso para detenerse debido a la presencia de un peligro que obstruye la pista total o parcialmente.

Se muestran normalmente en el puesto de señalización inmediatamente anterior al peligro, aunque en algunas ocasiones se pueden mostrar en más de uno. La presencia de esta bandera antes de la salida, por la imposibilidad de algún conductor de empezar, obliga a la cancelación de la salida. Al reiniciar, se suele realizar otra vuelta de calentamiento.

4. Bandera amarilla y rótulo SC: El coche de seguridad —safety car en inglés— está interviniendo en la pista, por lo que hay que reducir la velocidad, no adelantar, e incluso estar preparados para detenerse y variar la trazada ya que un peligro obstruye de forma total o parcial la pista.
5. Bandera amarilla con franjas rojas : Existencia en la pista de un elemento que causa disminución de la adherencia. Puede mostrarse por restos de aceite o por presencia de fragmentos de coche en pista; también se muestra en aquellas zonas del circuito donde la pista está seca y comienza a llover. Los conductores deberán reducir la velocidad en ese punto.
6. Bandera verde : El peligro ha pasado y se puede volver a adelantar. Cuando el director de carrera lo requiera, se puede mostrar también durante la vuelta de calentamiento o al principio de una sesión de entrenamientos de forma simultánea en todos los puestos de señalización.
7. Bandera azul : Tiene varios significados según cuándo se utilice;
- Siempre —en entrenamientos y carreras— se muestra estática al final del pit lane para indicar al piloto que sale del pit lane de que hay coches que se aproximan por la pista. El semáforo del pit lane también muestra una señal parpadeante luminosa azul.
  - En los entrenamientos: el piloto debe ceder el paso a un coche más rápido al cual se precede.
  - En la carrera: el piloto va a ser superado por otro piloto que ha realizado al menos una vuelta más. El piloto que será doblado debe permitir el adelantamiento tan pronto como sea posible.
8. Bandera dividida : Apercibimiento por maniobra peligrosa- El piloto ha realizado una maniobra antideportiva y recibe esta sanción. Se presenta una sola vez y si el competidor reincide en la falta, se le mostrará la bandera negra.

9. Bandera negra : Exclusión total de la prueba- El piloto efectuó una maniobra antideportiva de suma gravedad, por lo que es sancionado con la exclusión total de la competencia. Suele ser exhibida de forma directa, o después de haberse mostrado la bandera dividida, dependiendo de la gravedad de la falta. Solo es exhibida por el comisario deportivo de la prueba. El piloto debe detenerse en su box o en el lugar designado previamente en el briefing, la próxima vez que se pase por la entrada de pit lane. En algunas ocasiones, las decisiones del comisariado respecto a una exclusión son tomadas una vez finalizada la competencia, debido a la realización de análisis de la maniobra efectuada por el piloto infractor. Asimismo, se puede aplicar una exclusión durante los entrenamientos, dependiendo de la gravedad de la falta del piloto.
10. Bandera blanca: Existe un vehículo mucho más lento en la pista, ya sea de emergencias o de carreras.
11. Bandera negra con círculo : Indica al piloto que su vehículo tiene problemas mecánicos que pueden constituir un peligro para los demás competidores y para él, por lo que deberá detenerse en su box lo antes posible. Actualmente no es muy utilizada, puesto que en estas situaciones se suele avisar al piloto mediante radio.

Los jueces de la carrera pueden penalizar a los pilotos por distintas acciones, por ejemplo comenzar antes de que se apague el semáforo, sobrepasar el límite en los talleres, causar un accidente, tocarse con otro piloto, bloquear antideportivamente, o ignorar banderas. También puede darse una penalización cuando, con el SC en pista, el piloto entra a los talleres antes de que los coches estén alineados en orden.

En 2013 hay cuatro tipos de penalizaciones:

- El *drive-through*, que obliga al piloto a pasar por la calle de boxes sin detenerse, pero respetando el límite de velocidad.

- El *stop and go*, o la penalización de diez segundos, que obliga al piloto a ir al box, parar diez segundos sin que los mecánicos puedan realizar ninguna acción y volver a salir.
- Otra penalización es la de retroceder diez plazas en la parrilla de salida. Así, si el piloto se clasifica 1º, saldría en la 11ª posición.
- La penalización más grave es la bandera negra, que se utiliza cuando el piloto ha ignorado otras penalizaciones o ha hecho algo ilegal. El piloto es descalificado de esta manera y no obtiene ningún punto.

En las penalizaciones de drive-through o stop-go, el piloto tiene de límite dos vueltas para cumplir la penalización, en caso contrario será descalificado con una bandera negra. La excepción a esta regla es si el coche de seguridad se desplegó antes de que un conductor cumpla su pena, en cuyo caso no se le permite cumplir su pena hasta que el coche de seguridad vuelva al pulg. Si es penalizado cuando faltan cinco vueltas para terminar la carrera, no es necesario que cumpla la penalización, simplemente se le añadirán veinte segundos a su tiempo total al finalizar la carrera si tienen una penalización drive-through y 30 segundos si tiene una penalización stop-go.

Desde 2014 hay un nuevo sistema de penalizaciones parecido al carné por puntos. Cada piloto comenzará el Mundial con doce y de ahí se le irán reduciendo en función de las infracciones que cometa. En caso de quedarse a cero, el piloto tendrá una suspensión automática de una carrera.

Los pilotos no pueden abandonar la pista sin un motivo justificado (se juzga que un piloto ha abandonado la pista si ninguna parte del coche está en contacto con el trazado). No está permitido realizar más de un cambio de dirección para defender la posición. Si un piloto se sale de la línea de pilotaje para defender su posición tendrá que dejar el espacio correspondiente a un monoplaza entre su propio coche y el límite del trazado al encarar la curva.

## **2.4 MODELO DE CLASIFICACIÓN PARA LA CARRERA**

Para afrontar la carrera de la mejor manera posible, las escuderías estudian, analizan y prueban los monoplazas en los circuitos. Cada Gran Premio se divide en los entrenamientos libres, la clasificación (posición en la parrilla) y, finalmente, la carrera.

1. Ningún competidor puede realizar más de 15.000 km de tests en un mismo año. No se pueden realizar entrenamientos mientras se esté celebrando un evento del Mundial, durante el mes de agosto, o entre la semana previa a la primera prueba del Mundial y el 31 de diciembre del mismo año con una excepción: tres días de test en un lugar aprobado por la FIA para coches de F1.
2. La sesión de calificación está dividida en tres sesiones: Q1, Q2 y Q3. Durante la Q1, cualquier piloto cuyo mejor tiempo exceda el 107% del mejor tiempo marcado durante esa sesión, o que no llegue a marcar un tiempo, no podrá participar en la carrera. Sin embargo, bajo circunstancias excepcionales, como puede ser marcar un buen tiempo en la sesión de entrenamientos, los comisarios pueden permitir al coche empezar la carrera. Los últimos siete pilotos (seis desde 2013 debido a la desaparición de HRT) quedarán eliminados y no participarán en la Q2, comenzando la carrera del domingo según su clasificación en la Q1. De los participantes en la Q2, solo diez pasan a la Q3. En la Q3, los mejores diez pilotos lucharán para determinar el orden de salida para el Gran Premio del domingo.

Después de pesar los coches en cada sesión de calificación, los equipos están obligados a llevar sus coches a un sitio determinado del paddock, bajo la tutela de la FIA, conocido como "parque cerrado" (*parc fermé*). Los coches permanecen en el parc fermé desde tres horas y media tras la última sesión de calificación hasta cinco horas antes del comienzo de la carrera. Una vez allí no se puede trabajar en el coche excepto en tareas rutinarias de mantenimiento. Si un equipo tiene que hacer otros trabajos importantes, trabajos en el cuerpo del vehículo o ajustes de suspensión, el coche se iniciará desde el pit lane.
3. El pit lane se abre media hora antes del comienzo de la carrera, durante el cual los conductores pueden conducir en pista todo el tiempo que quieran, pasando por la calle de boxes cada vez para evitar la parrilla de salida. Los conductores deben estar en sus coches y en su lugar en la parrilla en el momento que el pit lane cierra 15 minutos antes de la salida; de lo contrario deben iniciar la carrera desde los boxes. Mientras tanto, los equipos pueden trabajar en sus coches en la parrilla. Diez minutos antes del comienzo se tiene que evacuar la parrilla de salida, y sólo podrán permanecer los mecánicos, jueces de pista y pilotos.



Normalmente los equipos durante este tiempo mantienen el vehículo con las ruedas tapadas con calentadores para calentar mejor las ruedas. Tres minutos antes de la salida, los coches y los neumáticos deben estar preparados. Los motores deben estar en marcha un minuto antes de empezar la carrera, y quince segundos antes del comienzo todo el mundo debe abandonar la pista. Dos luces verdes en el semáforo de salida, indican el comienzo de la vuelta de formación, durante la cual los pilotos deben mantener sus posiciones (sin adelantar) excepto si el coche que va por delante se vea obligado a parar por un problema mecánico o haya tenido un accidente. Los coches dan la vuelta a la pista una vez, por lo general moviéndose de lado a lado para sanear los neumáticos, y realizando aceleraciones y frenadas bruscas para calentarlos, para posteriormente formar de nuevo en sus posiciones de partida en la parrilla. Una serie de cortos y controlados *burnouts* (derrapes de neumáticos) se realizan generalmente por cada conductor cuando se acerca a su posición en la parrilla, con el fin de maximizar la temperatura de los neumáticos traseros y limpiar cualquier resto de la vuelta de calentamiento. Si por alguna razón, el coche no puede empezar la carrera (fallo de motor durante la calificación o las prácticas, fallos de suspensión, etc), puede participar en la carrera, pero será penalizado con 10 plazas en la parrilla de salida. Algunos equipos deciden comenzar desde los talleres la carrera para poder aprovechar mejor la estrategia. Esto es, si comienzan desde talleres pueden cambiar el motor y cualquier otra parte del coche, además de tener neumáticos nuevos. La carrera comienza con cinco luces rojas controladas por el director de carrera de la FIA Charlie Whiting. Las luces se iluminan de una en una de izquierda a derecha en intervalos de un segundo, y luego se apagan a la vez después de un intervalo de entre 4 y 7 segundos, dando comienzo la carrera. Si la salida tiene que ser abortada por alguna razón, las 5 luces rojas se encenderán de forma normal, pero en el momento de la salida, las tres luces de color naranja parpadearán. Todos los motores se detienen y el inicio se reanudará a los cinco minutos. Si un conductor levanta la mano para indicar que no puede iniciar, el juez de esa fila ondeará una bandera amarilla, y después de unos segundos, tanto las luces rojas y naranjas se apagarán y la luces verdes se encenderá para indicar otra vuelta de formación.

## **2.5 SISTEMA DE PUNTACIÓN EN LA F1**

El campeonato de pilotos y constructores se decide por puntos, que son obtenidos dependiendo en la plaza en la que cada piloto acaba la carrera. Para recibir estos puntos, no hace falta acabar la carrera, pero al menos debe haber completado un 90 por ciento de lo que haya realizado el ganador de la carrera. Es posible que un piloto reciba puntos aunque se haya retirado antes de acabar la carrera.

El sistema de puntuación actual para ambos campeonatos (pilotos y constructores) es el siguiente:

*Tabla 2.1. Sistema de calificación por puntos.*

<b>PUNTOS</b>	<b>2011/2012/2013</b>	<b>2014*</b>
<b>PRIMERO</b>	25	25
<b>SEGUNDO</b>	18	18
<b>TERCERO</b>	15	15
<b>CUARTO</b>	12	12
<b>QUINTO</b>	10	10
<b>SEXTO</b>	8	8
<b>SÉPTIMO</b>	6	6
<b>OCTAVO</b>	4	4
<b>NOVENO</b>	2	2
<b>DÉCIMO</b>	1	1

\*En el campeonato de 2014, en la última carrera del mundial se asignaron el doble de puntos, con el fin de mantener la emoción del campeonato hasta el final.

Los pilotos posteriores a estos puestos no reciben ningún punto. Si el líder de la carrera ha completado menos de dos vueltas, no se otorgarán puntos. Se concederán la mitad de los puntos si el líder ha completado más de dos vueltas pero menos del 75% de la distancia original de carrera, y se otorgarán todos los puntos si el líder ha completado el 75% o más de la distancia original de carrera.

El campeonato de pilotos y de constructores lo obtienen el piloto y el equipo que más puntos tengan. En caso de empate, la FIA compara las veces que el piloto ha acabado la carrera en determinada posición. En este caso, el que más veces haya quedado en primera posición es el ganador, en el caso de haber empate, el ganador sería el que más veces hubiera quedado en segunda posición y así hasta deshacer el empate.

### 3. DESARROLLO DEL MODELO

*La función de producción es uno de los conceptos más relevantes en la formación de los economistas y algunos autores consideran que se trata de lo principal de la economía neoclásica (José Francisco Bellod- La función de producción de Cobb-Douglas). Según la teoría microeconómica, la función de producción es la función que muestra la cantidad máxima de output (puntos) que se puede obtener a partir de las distintas combinaciones de factores productivos (inputs), con la tecnología dada.*

En este trabajo se pretende, desde el punto de vista de la función de producción, explicar cómo se pueden maximizar los puntos en un campeonato de F1 con los recursos disponibles en cada escudería; los recursos humanos (pilotos) y los recursos productivos (motores), además de su trabajo antes de la carrera (posición de salida).

El objetivo es maximizar los puntos totales, que va a depender de los puntos conseguidos en cada GP, los cuales a su vez dependerán de los recursos humanos y los recursos productivos. El interés sobre el estudio de esta función de producción se basa en la justificación de que se trata de una función de producción competitiva, es decir, que las acciones de unos afectan en la consecución del máximo número de puntos de los demás.

La maximización de puntos se enfoca dependiendo de tres variables; la posición de salida, los pilotos y los motores.

La *posición de salida* se consigue durante la sesión de calificación, como se ha explicado anteriormente. Esta marcará el lugar en la parrilla desde la cual el piloto iniciará la carrera. Los datos obtenidos durante los cuatro años analizados muestran la importancia y la relación positiva que existe entre las victorias y las poles. La siguiente tabla resume esta relación:

*Tabla 3.1. Porcentaje de victorias-poles*

	2011	2012	2013	2014
victorias-poles	47,37%	50%	52,63%	47,37%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la revista oficial de F1©.

Vemos como en 2012 y 2013 la mitad o más de la mitad de las veces que los pilotos conseguían la pole position el sábado, se llevaban la carrera el domingo. En 2011 y 2014, esta relación disminuye ligeramente pero sigue demostrando que la posición de salida en un Gran Premio es un factor significativo para ganar dicha carrera. Además, en los cuatro años estudiados los pilotos que mayor número de poles han conseguido fueron Sebastian Vettel (30 veces) y Lewis Hamilton(20 veces), siendo ambos campeones de la F1 en las temporadas analizadas (Vettel 2011,2012,2013 y Hamilton 2014).

En cuanto a los recursos productivos, es decir, a los *motores* empleados por cada escudería, hay que tener presente que la tecnología utilizada y el presupuesto de cada uno de ellos es diferente. En los años estudiados (2011, 2012, 2013 y 2014) se han utilizado un total de cuatro motores entre todas las escuderías que forman parte de la parrilla. La única diferencia se encuentra en la temporada 2014, ya que tan solo Renault, Ferrari y Mercedes competían en el campeonato. El resto de temporadas, se incorporaba un nuevo motor, Cosworth. La siguiente tabla muestra tanto las carreras totales en los cuatro años con los motores existentes como los F1(monoplazas) que incorporaban dichos motores cada año:

*Tabla 3.2. Carreras totales de los motores existentes.*

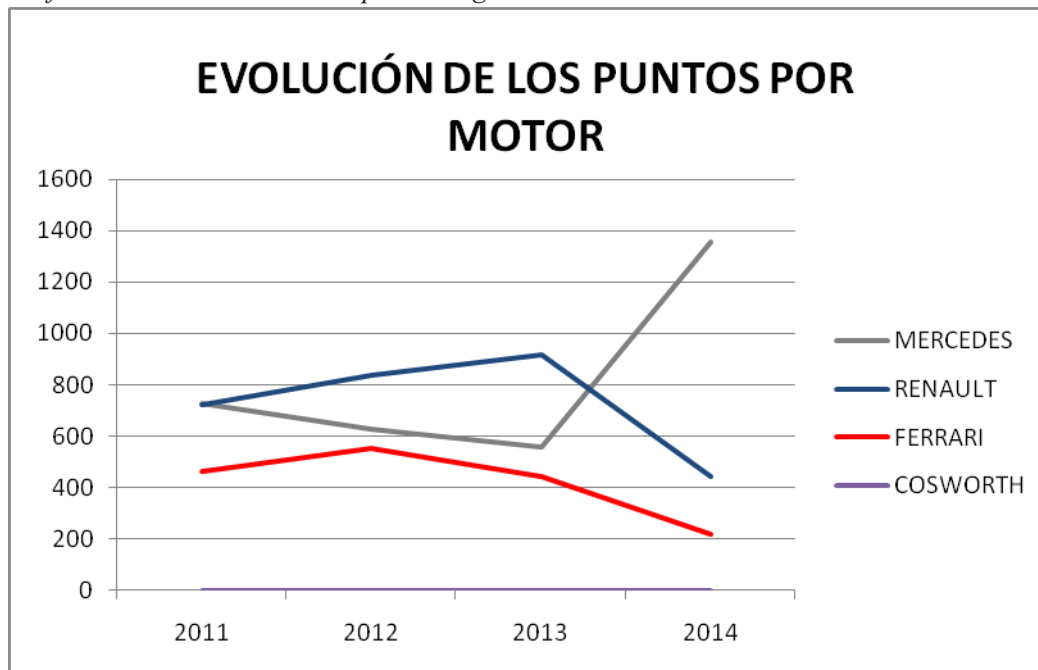
<b>MOTORES</b>	<b>GP EN LOS 4 AÑOS</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>TOTAL F1</b>
<b>RENAULT</b>	<b>289</b>	6	8	8	8	30
<b>FERRARI</b>	<b>231</b>	6	6	6	6	24
<b>MERCEDES</b>	<b>250</b>	6	6	6	8	26
<b>COSWORTH</b>	<b>116</b>	6	4	2	0	12
<b>TOTAL GP</b>	<b>886</b>	24	24	22	22	

Fuente: elaboración propia a partir de datos de F1©.

El cuadro de los Grandes Premios en los cuatro años indican el total de carreras disputadas por los motores, repartidos en cada uno de los monoplazas. Los monoplazas que han participado en dichas carreras se muestran claramente en la tabla, dividida por años y sumadas al final, en donde se puede afirmar que es Renault quien más carreras ha disputado (289) y, por consiguiente, más F1 utilizados (30).

Estos datos serán muy útiles para poder sacar las conclusiones de que motor es más eficiente teniendo en cuenta los Grados Premios disputados relacionándolos con los puntos y las victorias conseguidas. La función de producción analizada tiene como output los puntos totales y, por lo tanto, es interesante mostrar los puntos adquiridos con los distintos motores, y ello se comprueba con el gráfico siguiente:

*Gráfico 3.1 . Evolución de los puntos según el motor.*



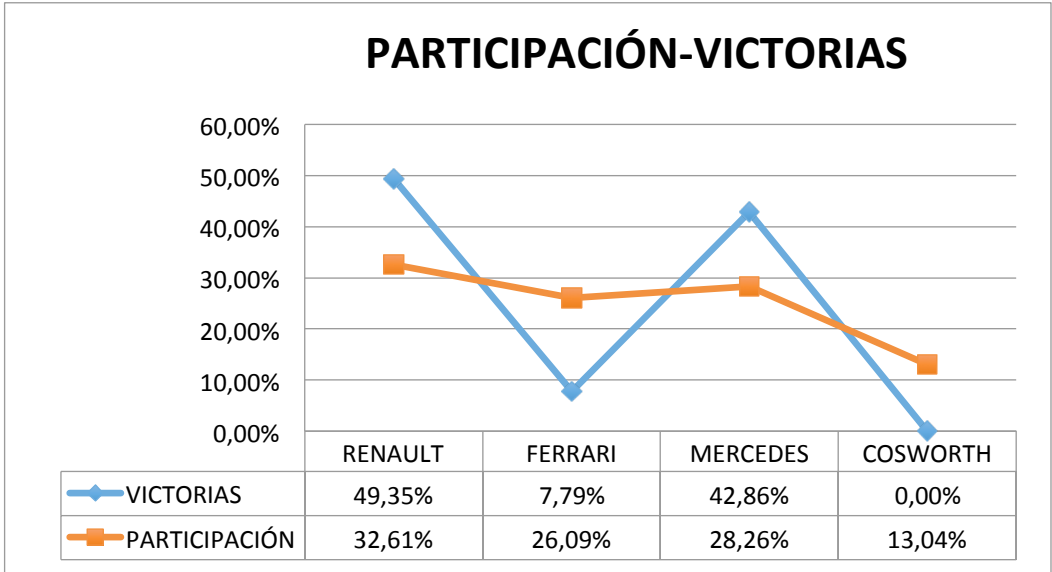
Fuente: elaboración propia a partir de datos de F1 ©.

La evolución por años seguida por los motores es muy interesante de analizar. Se observa claramente como Mercedes y Renault parten desde el mismo punto en la primera temporada analizada, pero que es Renault quien mejor aprovecha los desarrollos tecnológicos en su motor en los dos siguientes años dejando una evolución negativa a Mercedes. Pero en la temporada 2014 sucede lo contrario. En este caso es Mercedes quien despunta, consiguiendo el mayor número de puntos en una temporada. Ferrari se mantiene de forma constante en 2011 y 2013, sin conseguir apenas puntos pero en 2014 llega a alcanzar una cifra de puntos muy pobre. El motor Cosworth no aparece en el gráfico porque no obtuvo ningún punto en las tres temporadas en las que estuvo presente (2011-2013).

Al final de las cuatro temporadas, Mercedes ha sido el motor con más puntos, 3276, gracias a su magnífica temporada en 2014. Muy cerca aparece Renault con un total de 2923 puntos. Por otro lado, Ferrari ha conseguido en estas cuatro temporadas 1674 puntos que no le han permitido poder luchar con sus máximos competidores.

El siguiente gráfico permite comprobar la eficiencia de los motores según la relación participación-victorias a lo largo de las temporadas estudiadas:

Gráfico 3.2. Relación participación-victorias de los motores.



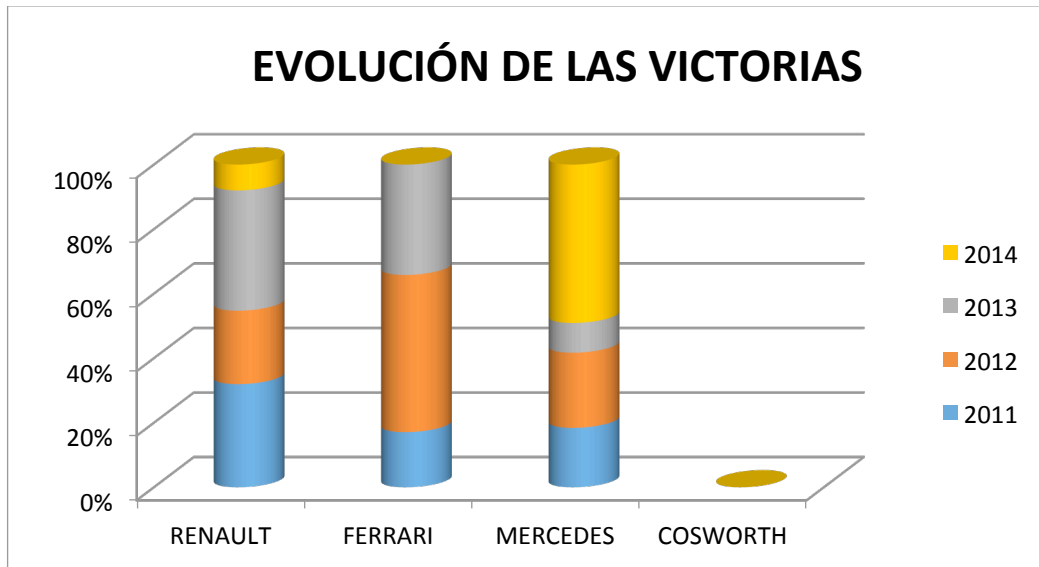
Fuente: elaboración propia a partir de datos de F1 ©.

A simple vista comprobamos como los motores Renault y Mercedes son eficientes, mientras que Ferrari y Cosworth son totalmente ineficientes, por el simple hecho de que han obtenido un mayor porcentaje de victorias con una participación similar, exceptuando a Cosworth pero en su caso no ha obtenido ninguna victoria y, por eso mismo, resulta ineficiente. Aunque no se ve tan claramente cuál de los dos motores, Renault o Mercedes, es más eficiente, en términos absolutos, Renault es quien durante estas cuatro temporadas ha obtenido el mayor número de victorias representado un 49,35% del total. Pero al tener en cuenta la participación en los Grandes Premios vemos que Mercedes participando en 250 carreras (entre todas las escuderías con este motor) ha obtenido 33 victorias, mientras que Renault con 289 carreras (entre todas las escuderías con este motor) consiguió 38 victorias. Con estos datos se observa que Mercedes es el motor más eficiente, seguido de cerca por Renault. Más alejado de ambos se encuentra Ferrari y, por último, Cosworth.

Gracias a los datos mostrados puedo afirmar que un input clave para las escuderías de F1 lo constituye el motor ya que de él depende la potencia y la fiabilidad en el desarrollo de la temporada. Esto está muy presente en todas y cada una de las escuderías, y por eso es imprescindible a la hora de integrarlos como recurso productivo en la función de producción que se pretende analizar.

A lo largo de los cuatro años estudiados, he analizado la evolución de las victorias de Grandes Premios (GP) de las escuderías según el motor que integraban a sus monoplazas. Según este gráfico se puede observar cómo evolucionan las victorias integrando un motor u otro:

*Gráfico 3.3. Evolución de las victorias de los monoplazas con los diferentes motores.*



Fuente: elaboración propia a partir de datos F1©.

Observando el gráfico apreciamos como es Renault quien conseguía mayores victorias en la temporada 2011 sin que Ferrari o Mercedes pudieran hacerle competencia. De hecho, ese año Renault consiguió el 63,16% de las victorias, doblando a Mercedes y muy lejos del 5,26% que consiguió Ferrari.

En cambio, en la temporada siguiente, la evolución que consiguió Renault no fue la esperada, reduciendo el número de victorias un 18%. Mientras que Ferrari y Mercedes aprovechaban la situación aumentando en un 10% y 9%, respectivamente.

El poderío que tenía Renault continuó de manera abrumadora en 2013, con un 73,68% de las victorias, sin dejar margen de reacción a sus competidores y, por tanto, teniendo una evolución negativa.

En 2014 tuvo lugar un cambio total en las victorias conseguidas según el motor utilizado por el F1. Fue Mercedes quien protagonizó este cambio, pasando a conseguir el 84,21% de las victorias ese año. Hasta el momento no se había conseguido una cifra de victorias tan abultadas con respecto al resto de motores de F1. Por otro lado, Renault tuvo su peor registro en los últimos años con tan solo un 15,8% de victorias, y Ferrari tuvo su peor año, ya que no consiguió obtener ni una sola victoria en toda la temporada.

En este análisis del gráfico no se ha mencionado en ninguna temporada al motor Cosworth. Esto se debe a que, como muestra el gráfico, no consiguió ninguna victoria en los tres años en los que compitió, y por tanto su evolución es nula. Como dato hay que añadir que este tipo de motor lo han incorporado escuderías como HTR o Marussia, es decir, escuderías con un nivel presupuestario muy limitado y, por tanto, inferior al resto de escuderías. Este tipo de equipos no puede hacer frente con sus recursos a los grandes monoplasas que incorporan el resto de motores.

Los motores, como ya se ha dicho anteriormente, representan un factor determinante pero estos a su vez depende de varias características como son los caballos, el consumo, la velocidad máxima...que varían incluso dentro de la misma escudería, ya que aunque el motor tenga el mismo nombre cada piloto conduce un F1 cuyo motor tiene unas especificaciones técnicas diferentes.

Los recursos humanos disponibles en los equipos es otro de los factores determinantes para conseguir maximizar la función de producción analizada. Estos recursos se pueden dividir en varios elementos dependiendo de la escudería.

Los elementos que tienen en cuenta las escuderías entre sus recursos humanos son los mecánicos, directores, ingenieros....pero sobretodo, haciendo hincapié en los *pilotos* de los F1. A la hora de la competición son ellos quienes tiene que poner en práctica todo lo analizado y estudiado durante todo el fin de semana. Durante estas cuatro temporadas son muchos los pilotos de Fórmula One que han participado en los Grandes Premios, tanto en su totalidad como de forma ocasional. La siguiente tabla muestra los pilotos que han competido y los GP disputados por cada uno de ellos, así como las victorias, segundos y terceros puestos y poles conseguidas cada fin de semana.



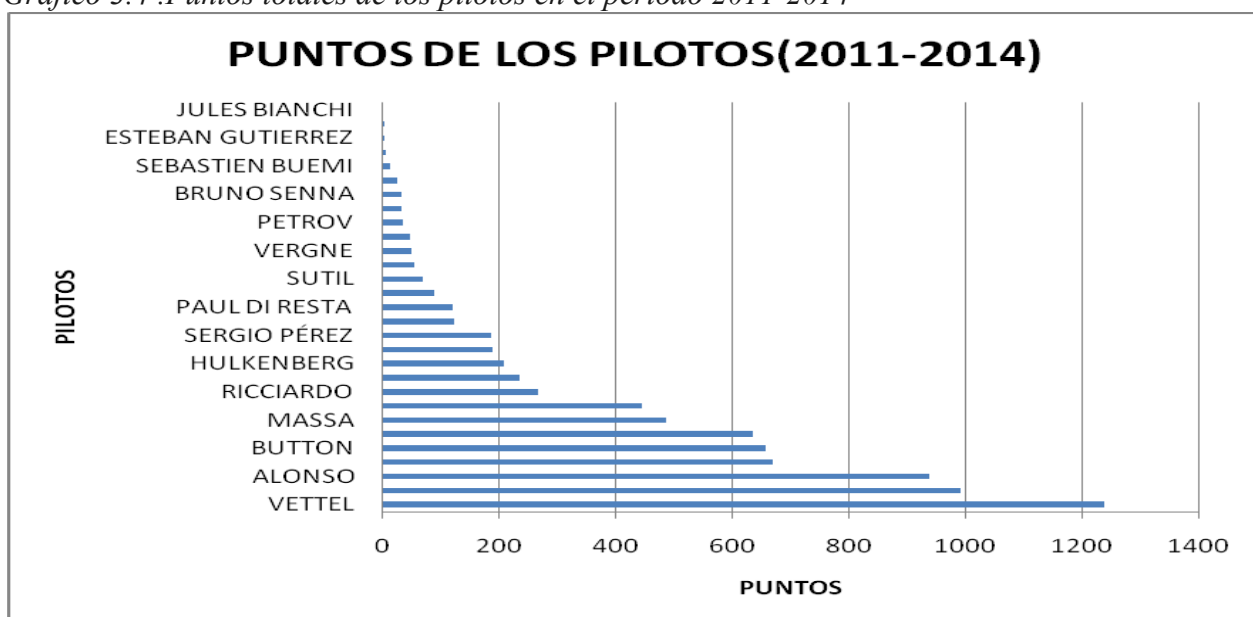
Tabla 3.3. Pilotos participantes y sus estadísticas durante los cuatro años.

	PILOTOS	PUNTOS	PRIMER PUESTO	SEGUNDO Y TERCERO	POLES	GP DISPUTADOS
1	VETTEL	1237	29	18	30	77
2	HAMILTON	990	19	15	20	77
3	ALONSO	938	6	28	2	77
4	ROSBERG	670	8	13	15	77
5	BUTTON	657	6	13	1	77
6	WEBBER	636	3	19	7	58
7	MASSA	486		6	1	77
8	RAIKONEN	445	2	13		56
9	RICCIARDO	268	3	5		69
10	GROSJEAN	236		9		57
11	HULKENBERG	210				57
12	BOTTAS	190		6		38
13	SERGIO PÉREZ	188		4		74
14	MICHAEL SCHUMACHER	125		1		21
15	PAUL DI RESTA	121				73
16	KOBAYASHI	90		1		54
17	SUTIL	71				57
18	MAGNUSSEN	55		1		19
19	VERGNE	51				58
20	PASTOR MALDONADO	49	1		1	76
21	PETROV	37		1		38
22	HEIDFELD	34		1		11
23	BRUNO SENNA	33				28
24	JAIME ALGUERSUARI	26				19
25	SEBASTIEN BUEMI	15				19
26	DANIEL KVYAT	8				19
27	ESTEBAN GUTIERREZ	6				38
28	BARRICHELO	4				19
29	JULES BIANCHI	2				34
30	PEDRO MARTINEZ DE LA ROSA	0				20
31	TRULLI	0				18
32	KOVALAINEN	0				41
33	LIUZZI	0				18
34	JEROME D'AMBROSIO	0				20
35	TIMO GLOCK	0				36
36	KARTHIKEYAN	0				28
37	CHANDHOK	0				1
38	CHARLES PIC	0				39
39	GIEDO VAN DER GARDE	0				19
40	MAX CHILTON	0				35
41	MARCUS ERICSSON	0				16
42	WILL STEVENS	0				1
43	ANDRÉ LOTTERER	0				1

Fuente: elaboración propia a partir de datos F1©

Para exponerlo de una forma más gráfica, se presentan los pilotos que han conseguido puntos en este periodo de 2011 a 2014, de menos a más puntos obtenidos:

Gráfico 3.4 .Puntos totales de los pilotos en el periodo 2011-2014



Durante las temporadas analizadas ha habido un total de 43 pilotos que han participado en mayor o menor medida en el campeonato de Fórmula One. La tabla nos muestra varios factores orientativos para estructurar la función de producción que maximice los puntos de la temporada. Tales como el número de victorias, el lugar en el podio y el número de poles, todos ellos mantienen una correlación positiva con respecto al número de puntos totales.

Esto quiere decir que, con los datos observados, se puede afirmar obviamente que aquel piloto que consiga un mayor número de poles tendrá más probabilidades de ganar el Gran Premio, y que aquel que consiga un mayor número de victorias será el que mayor probabilidad tenga para ser el ganador esa temporada. De hecho, si un piloto consigue la pole position el sábado, en las vueltas clasificatorias, tiene entre un 47,32% y un 52,63% de posibilidades de ganar la carrera, según los datos observados en las temporadas 2011, 2012, 2013 y 2014, y que he mencionado en la primera parte del apartado de desarrollo del modelo. Es decir, este factor debe ser un punto muy importante en la estrategia de cada escudería con el objetivo final puesto en maximizar los puntos.

Estos datos permiten, antes de realizar el estudio detallado, conocer que pilotos han sido más eficientes mediante la relación puntos-participación. Los diez pilotos más eficientes dentro de la parrilla de la F1 son los que muestran la siguiente tabla:

*Tabla 3.4. Puntos por carrera de los pilotos*

	PILOTOS	PUNTOS POR CARRERA
1	VETTEL	16,06
2	HAMILTON	12,86
3	ALONSO	12,18
4	WEBBER	10,97
5	ROSBERG	8,70
6	BUTTON	8,53
7	RAIKONEN	7,95
8	MASSA	6,31
9	MICHAEL SCHUMACHER	5,95
10	BOTTAS	5,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos de F1©.

El resto de pilotos que mostraba la tabla 3.3 consiguieron menos de 5 puntos por carrera disputada, siendo un margen realmente bajo y que se debe considerar en el análisis de la eficiencia de los pilotos.

## **4. ANÁLISIS DE LOS MODELOS**

En este capítulo se explica la importancia de las variables posición de salida, piloto y motor durante las temporadas 2011,2012, 2013 y 2014 de la F1. Primero, se explica de forma detallada cada uno de los tres modelos analizados; el primero de ellos (M1) considera una función de producción de puntos con respecto a la variable independiente posición de salida; el segundo y tercer modelo (M2 y M3) considera la misma función que el M1 pero se añaden las variables dummy's pilotos y motores, respectivamente. Segundo, explica de forma global los resultados obtenidos por temporadas en los diferentes modelos estudiados para poder sacar así las conclusiones finales del proyecto.

### **4.1 PROGRAMA GRET**

El análisis fue realizado considerando todos los datos referentes a cada una de las variables, tanto los puntos logrados en cada una de las carreras de todas las temporadas analizadas, como los pilotos participantes, sus motores y la posición de salida que ocupaban antes del inicio de la carrera.

El programa seleccionado para el estudio fue el Gretl, un programa diseñado para el análisis estadístico y que permite realizar estimaciones de modelos econométricos. Para poder iniciar el análisis mediante el Gretl, fueron necesarias las bases de datos que posteriormente se integraron en él. Estas acumulaban todos los elementos relevantes que permitían estudiar las funciones anteriormente definidas.

Mediante el Gretl, he realizado estimaciones para poder observar que variable era significativa y que suponía ello para el modelo. Para ello, he realizado un modelo de mínimos cuadrados ordinarios que permiten determinar la existencia de relación entre dos o más variables (siempre una dependiente y una o varias independientes).

La parte del trabajo que viene a continuación redacta uno a uno los tres modelos estudiados, y en cada apartado se explican las variables del modelo, su importancia para la consecución del output y el análisis de los resultados obtenidos para cada temporada y en su global. En el Modelo 2 y Modelo 3, el estudio se realiza dejando fuera de este a una serie de variables que no son necesarias para el modelo.

Antes de analizar cada uno de los modelos de forma individual es preciso comentar una serie de aspectos econométricos que sirven para todos ellos. Primero, la significatividad

individual de cada una de las variables se determina, en mi proyecto, a partir de la observación del valor que toma la t-student. Si este valor es mayor que 1.7, en valor absoluto, la variable es significativa individualmente respecto a las variables desechadas. El número de estrellas que aparecen en la t-student (\*), marcan el nivel de significatividad al que se enfrenta. Segundo, para comprobar la validez del modelo nos fijamos en el valor que toma la F. Con el podemos ver si las variables del modelo son significativas conjuntamente. Y tercero, la  $R^2$  corregido mide en que porcentaje las variables exógenas del modelo explican la variación de la variable endógena (puntos).

#### **4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS**

##### **1. MODELO 1(M1): $PUNTOS = \alpha + \beta POSICIÓN DE SALIDA$**

En este modelo se pone en relación los puntos obtenidos con la posición en la parrilla de salida. La idea es que en esta variable se resume el trabajo que se ha realizado antes de la carrera. Como muestra el punto 1 de este trabajo, antes de disputar cualquier Gran Premio de F1 las escuderías, y sus pilotos, deben realizar una serie de entrenamientos libres y, posteriormente, la prueba de calificación para determinar la posición que ocuparán en parrilla, la variable que se ha denominado posición de salida. Para alcanzar la mejor posición de salida depende muchos elementos externos que no se tienen en cuenta en este análisis pero la relación entre puntos-posición de salida es significativa (como se muestra en los resultados de cada una de las temporadas) de tal manera que conforme mejor quedes en las pruebas de calificación, mayor probabilidad se tiene de conseguir más puntos durante la carrera.

- *TEMPORADA 2011*

Los resultados observados en la temporada 2011 muestran como la variable posición de salida es significativa para el modelo. Desde el punto de vista econométrico, con la t-student podemos afirmar si es una variable significativa, y en la temporada 2011 lo es, ya que los estadísticos del modelo(-19,89) marcan la significatividad de una variable, explicado al inicio del apartado. El coeficiente de la posición de salida, como era de esperar, resulta negativo porque la relación entre puntos y posición de salida es inversa. La probabilidad de ganar 25 puntos(máximo en carrera) es mayor cuanto mejor calificado.

2011	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	12,5572	26,13***	0,480525
Posición de salida	-0,669085	-19,89***	0,033646

$R^2$ corregido= 0,464362
F(1,454)= 395,4537

El R-cuadrado corregido en este modelo quiere decir que en un 46,4362%, la variable posición de salida explica las variaciones en los puntos.

- *TEMPORADA 2012*

Esta temporada sucede algo similar a la anterior, ya que la posición de salida vuelve a ser significativa con un valor de 15,04 en términos de valor absoluto.

2012	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	11,1812	21,1***	0,529935
Posición de salida	-0,557826	-15,04***	0,0370877

$R^2$ corregido= 0,319818
F(1,478)= 226,223

En esta temporada, se observa como la posición de salida explica las variaciones en los puntos en un 31,9818%, siendo un nivel reducido.

- *TEMPORADA 2013*

En 2013 se observa como la significatividad de la variable vuelve a resultar parecida la de la primera temporada analizada, con un valor de (-18,27). Esto demuestra que esta temporada la posición de salida era más influyente.

2013	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	13,0472	24,69***	0,528527
Posición de salida	-0,735326	-18,27***	0,0402414

$R^2$ corregido= 0,441779
F(1,416)= 333,8985

Las variaciones en los puntos en el año 2013 se explican , por parte de la variable exógena, de manera similar a la temporada 2011. En este caso se trata de un 44,1779%.

- *TEMPORADA 2014*

En año 2014 la posición inicial antes de la carrera tenía menor importancia que en el año anterior. Solamente en nueve circuitos, el piloto que conseguía la pole position ganaba la carrera. Es una situación similar a la que se daba en la temporada 2012 pero en aquella ocasión, con un menor grado de relevancia. No obstante, como ha sucedido a lo largo de las cuatro temporadas estudiadas, la posición de salida es una variable relevante en la función de producción.

2014	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	11,7902	18,96***	0,621788
Posición de salida	-0,635282	-12,97***	0,0489943

$R^2$ corregido= 0,286117
F(1,416)= 168,129

En el último año analizado, el valor de R-cuadrado corregido es el más reducido, por lo que la variable exógena del modelo explica de manera reducida las diferentes variaciones que se dan en los puntos.

- *COMPARACIÓN*

En la temporada 2013 la posición de salida aparece como más relevante que en las demás a efectos de la consecución de puntos, según se observa por el valor del coeficiente. Las temporadas 2011 y 2014 son algo menos determinantes y en la temporada 2012 es en la que se observa una menor influencia de la posición de salida en la consecución de puntos de carrera.

En todos los años, los modelos son válidos y la variable posición de salida muestra los cambios en los puntos en mayor medida en las temporadas 2011 y 2013.

## 2. MODELO 2 (M2): $PUNTOS = \alpha + \beta POSICIÓN DE SALIDA + D PILOTOS$

El modelo 2, aparte de depender de la posición de salida la cual hemos explicado su importancia en el M1, va a depender de la variable piloto. Es decir, la importancia que para la consecución de puntos tiene la conducción de cada piloto. Cada uno de ellos tiene una habilidad diferente dentro de un F1 y en cada circuito del campeonato, y los resultados arrojan la explicación de cuáles de ellos son valorados positivamente para ganar. A la hora de estimar el modelo no se tiene en cuenta aquellos pilotos que a lo largo de la temporada no obtuvieron ningún punto, y de este modo la visión del modelo ofrece de forma clara la significatividad de aquellos que sí obtuvieron puntos con respecto a estos. Debo añadir que, como ha demostrado el M1, la posición de salida en el M2 vuelve a ser significativa en todas las temporadas.

- *TEMPORADA 2011*

El número de pilotos que al final de la temporada 2011 obtuvo algún punto fueron 18 de los 24 participantes, siendo Jérôme D'Ambrosio, Glock, Kovalainen, Trulli, Liuzzi y Karthikeyan los que se quedaron a cero. El resto aparecen en la tabla, y fijándonos en la t-student de cada uno de ellos vemos como los pilotos Michel Schumacher, Rosberg, Alonso, Massa, Vettel, Webber, Button y Hamilton resultan significativos en el modelo, desde el punto de vista econométrico.

El modelo es válido, ya que las variables resultan conjuntamente significativas a la hora de explicar el comportamiento de la endógena. Por lo tanto obtenemos la conclusión de que los pilotos significativos individualmente tienen una función de producción distinta y mejor a los pilotos no seleccionados.

En términos económicos vemos que el piloto cuya función de producción ha obtenido una ventaja respecto al resto es Vettel, cuyo coeficiente es 17,7096. Esto significa que su ordenada en el origen es de 17,709 puntos. Es una muestra de la ventaja que ha conseguido con relación a los demás y que resulta estadísticamente significativa.

2011	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	3,10912	2,579**	1,20556
Posición de salida	-0,148177	-2,687***	0,0551427
MICHAEL SCHUMACHER	2,40385	2,236**	1,07493
ROSBERG	2,69812	2,323**	1,16143
ALONSO	11,0957	8,715***	1,27312
MASSA	3,95928	3,228***	1,22659
KOBAYASHI	0,513113	0,5237	0,979784
S.PÉREZ	-0,391383	-0,3956	0,989411
MALDONADO	-0,9002	-0,9377	0,964052
BARRICHELLO	-0,707131	-0,7375	0,958788
VETTEL	17,7096	12,57***	1,40891
WEBBER	11,0313	8,457***	1,30441
PAUL DI RESTA	0,0432663	0,04191	1,03225
SUTIL	0,817142	0,7894	1,03515
SEBASTIAN BUEMI	-0,15158	-0,1576	0,961923
JAIME ALGUERSUARI	0,380574	0,383	0,968399
BUTTON	11,8423	9,423***	1,25673
HAMILTON	9,36857	7,136***	1,31287
HEIDFELD	0,657329	0,6525	1,00733
PETROV	0,39021	0,3657	1,06698

$R^2$  corregido= 0,718989

F(19,436)= 62,27121

Valor p (de F)= 3.2e-111

En la temporada 2011 del Modelo 2, el R-cuadrado corregido arroja un resultado muy favorable para la explicación de las variaciones de los puntos, respecto a las variables exógenas. El porcentaje es de 71,8989%, un valor muy representativo debido a su aproximación a la unidad.

- *TEMPORADA 2012*

Esta temporada volvieron a repetir el número de pilotos sin puntuar, pero cambiando alguno de sus personajes. En esta ocasión fueron Charles Pic, Glock, Kovalainen, Petrov, Pedro M. De La Rosa y Karthikeyan los que no pudieron lograr una posición de puntos durante los veinte Grandes Premios disputados. El resto de pilotos que se muestran en la tabla han sido analizados mediante el Gretl, y los datos que arroja el programa muestra como en esta temporada son Alonso, Vettel, Webber, Button, Hamilton y Raikonen los pilotos significativos. El Modelo 2 en el año 2012 también es válido como se observa por el valor p que toma la F.



En este caso, económicamente, se observa que vuelve a repetirse lo del año anterior, siendo Vettel aquel que ocupa la posición inicial más alta en el gráfico pero esta temporada se redujo su ventaja aunque tuviera menor competencia.

2012	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	7,18723	5,609***	1,28139
Posición de salida	-0,345956	-6,02***	0,0574635
MICHAEL SCHUMACHER	-1,39876	-1,008	1,38787
ROSBERG	0,714753	0,5125	1,39454
ALONSO	8,8231	5,91***	1,49285
MASSA	2,32043	1,678*	1,38261
KOBAYASHI	-0,174144	-0,13	1,33995
S.PÉREZ	0,350727	0,2646	1,3257
MALDONADO	-1,20091	-0,8839	1,35869
BRUNO SENNA	-0,707361	-0,5493	1,28766
VETTEL	9,20985	6,028***	1,52775
WEBBER	3,18661	2,123**	1,50101
PAUL DI RESTA	-0,926037	-0,6893	1,34336
HULKENBERG	-0,0760374	-0,0566	1,34336
VERGNE	-0,627067	-0,4999	1,25446
DANIEL RICCIARDO	-1,60168	-1,251	1,28037
BUTTON	4,44418	3***	1,48158
HAMILTON	3,80038	2,446**	1,55363
GROSJEAN	0,515011	0,3599	1,43108
RAIKONEN	5,64014	3,889***	1,45044

$R^2$ corregido= 0,440699
F(19,460)= 20,86451
Valor p (de F) = 1.46e-50

En este modelo, al igual que sucede en el Modelo 1 en la temporada 2011 y 2013, el porcentaje en que las variables explican las variaciones en los puntos es muy cercana a 50%, en este caso del 44,0699%.

- *TEMPORADA 2013*

En esta ocasión fueron cuatro los pilotos que se quedaron sin el premio de los puntos, llegando a ser la temporada con menos pilotos sin puntuar. Se trató de Chilton, Bianchi por un lado y Chales Pic y Giedo Van Der Garde por el otro, pertenecientes a las escuderías Marussia y Caterham, respectivamente. La tabla nos muestra que los pilotos significativos respecto a los mencionados con anterioridad fueron Alonso, Vettel, Webber, Ricciardo y Raikonen. El valor p de la F(19,398) sigue siendo muy baja por lo que el modelo es válido.

Vettel seguía siendo el dominador claro del mundial y, en este caso, con una ventaja en cuanto a puntos y competidores similar a la de la temporada 2011. A diferencia del resto de temporadas, en esta tan solo cinco pilotos compiten al máximo para conseguir ganar cada carrera.

2013	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	8,47842	6,117***	1,38597
Posición de salida	-0,427294	-6,553***	0,0652041
HAMILTON	2,95323	1,917*	1,54086
ROSBERG	2,3432	1,556	1,50566
ALONSO	6,82219	4,765***	1,4317
MASSA	0,812182	0,5593	1,35524
ESTEBAN GUTIERREZ	-1,19099	-1,049	1,1349
HULKENBERG	-1,67869	-1,296	1,29552
MALDONADO	-1,56659	-1,376	1,1385
BOTTAS	-1,90346	-1,645	1,15724
VETTEL	13,2934	8,275***	1,60643
WEBBER	4,31165	2,962***	1,45579
PAUL DI RESTA	-0,419767	-0,3501	1,19885
SUTIL	-1,53221	-1,271	1,20539
VERGNE	-2,08196	-1,751*	1,18883
DANIEL RICCIARDO	-2,92795	-2,312**	1,26653
BUTTON	-0,160969	-0,1269	1,26818
S.PÉREZ	-1,19923	-0,9578	1,25201
GROSJEAN	1,93228	1,432	1,34937
RAIKONEN	4,77392	3,574***	1,33589

$R^2$ corregido= 0,616819	
F(19,398)= 36,36942	Valor p (de F)= 8.86e-75

Las variables del modelo explican las variaciones en los puntos en un 61,6819%. Este porcentaje vuelve a ser elevado, aunque en menor medida que en 2011.

- *TEMPORADA 2014*

La última de las temporadas analizadas deja resultados muy similares a los recogidos en sus temporadas predecesoras, referido a los pilotos. En esta temporada son Chilton, Kobayashi, Ericsson, Sutil y Esteban Gutierrez los que se quedaron sin acumular puntos mientras que los pilotos significativos fueron Hamilton, Rosberg, Alonso, Massa, Bottas, Vettel, Ricciardo, Sergio Pérez, Hulkenberg y Button, siendo el mayor número de pilotos significativos en una temporada. Como era de esperar, por los resultados

obtenidos en las demás temporadas, en el año 2014 el modelo analizado resulta válido de nuevo.

Esta temporada fue totalmente distinta a las anteriores, en cuanto a dominio del piloto se refiere. En primer lugar porque es Hamilton quien, con un coeficiente de 18,399, tiene una función en la que se pone de manifiesto la ventaja conseguida con respecto al resto de pilotos. Pero además, porque tiene una competencia fuerte, sobre todo con Rosberg, que tiene un coeficiente de 14,4949. En las temporadas analizadas, no se había conseguido una función de producción cuyo punto de partida se situase en una posición tan ventajosa respecto al resto.

2014	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	2,44109	2,382**	1,025
Posición de salida	-0,149519	-2,76***	0,0541665
HAMILTON	18,399	12,88***	1,429
ROSBERG	14,4949	9,684***	1,49679
ALONSO	7,0084	5,094***	1,37591
RAIKONEN	1,8544	1,4	1,32416
MASSA	5,729	4,222***	1,35694
BOTTAS	8	5,987***	1,3826
VETTEL	7,52093	5,571***	1,35002
DANIEL RICCIARDO	11,0138	7,966***	1,3826
S.PEREZ	2,46627	1,911*	1,29032
HULKENBERG	4,24838	3,262***	1,3024
VERGNE	0,487421	0,3771	1,29242
KVYAT	-0,351723	-0,2706	1,29989
BUTTON	5,45746	4,077***	1,33876
MAGNUSSEN	1,76784	1,326	1,33342
GROSJEAN	0,199135	0,1566	1,27193
MALDONADO	0.300424	0,2363	1,27136
BIANCHI	-0,234695	-0,184	1,27535

R <sup>2</sup> corregido= 0,558482
F(18,399)= 30,30382
Valor p (de F)= 2.09e-63

Para concluir el análisis del 2014, vemos como se ha reducido el R-cuadrado corregido con respecto a las dos temporadas anteriores, pero aun así arroja un porcentaje elevado para explicar las variaciones de la endógena.

- *COMPARACIÓN*

Se encuentran varios elementos significativos en las cuatro temporadas, con respecto a los pilotos. Cabe destacar que Fernando Alonso aparece en todas y cada una de ellas como un piloto significativo individualmente y que siempre se encuentra cerca de los han sido campeones. Caso aparte son Hamilton y , sobretodo, Vettel ya que ambos fueron campeones. Pero Alonso, justo detrás de estos dos pilotos, ha sido el que mayor número de puntos ha conseguido respecto al resto durante los cuatro años. Para terminar, se observa como las temporadas son poco competidas en cuanto al número de pilotos que pueden luchar por ganar el campeonato, pero es cierto que 2014 fue la temporada más reñida, en la que se tuvo que decidir en la última carrera.

### 3. MODELO 3(M3): $PUNTOS = \alpha + \beta POSICIÓN DE SALIDA + D MOTORES$

En primer lugar, siguiendo el planteamiento de los modelos anteriores, en el Modelo 3 se incluye otra variable explicativa de la maximización de los puntos ,además de la posición de salida, el motor incorporado al monoplaza. En este caso no son los pilotos de cada uno de los F1 los que van a determinar la función, sino los motores utilizados en estas cuatro temporadas. Desde 2011 a 2013 se usaron cuatro motores(Ferrari, Renault, Mercedes y Cosworth) pero la última temporada analizada (2014) tan solo fueron utilizado tres motores por las distintas escuderías, quedando Cosworth fuera dicha temporada. Tal como ha sucedido en el modelo anterior, en este hay alguna variable que queda fuera del modelo. En las temporadas 2011,2012 y 2013 no he tenido en cuenta el motor Cosworth, ya que no obtuvo puntos en sus tres años de participación. La temporada 2014 tan solo contaba con tres motores, por lo que Ferrari, al obtener el menor número de puntos dicha temporada, se quedaba sin seleccionar para ver si el resto de motores eran significativos con respecto a él.

El motor es un elemento diferenciador en la F1, y esto se observa más claramente gracias a los datos obtenidos del estudio.

Pero en vista de que los resultados obtenidos(aparecen en los anexos) no eran suficientemente descriptivos para explicar cómo afectaba esta variable a la función de producción, he analizado un nuevo modelo para profundizar sobre la importancia de la variable. En esta ocasión el modelo analizado, que llamaremos Modelo 3',tiene esta función de producción:

MODELO 3': PUNTOS=  $\alpha$  +  $\beta$  POSICIÓN DE SALIDA +  $\gamma$ (POS.SALIDA\*  
MOTORES)

- *TEMPORADA 2011*

Se observa cómo, con esta nueva estimación, Mercedes y Ferrari resultan significativos. Esto implica que ambos inciden sobre la pendiente de la función de producción, de tal forma que Mercedes y Ferrari parten de una situación similar pero que es Mercedes el que mejor aprovecha la posición de salida para conseguir puntos con respecto a Ferrari, ya que incide sobre la  $\beta$  y cuanto más negativa sea, la pendiente será mejor. Por otro lado Renault, tiene una posición de salida más ventajosa que los otros dos motores para conseguir los puntos.

2011	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	13,4784	25,79***	0,522656
Posición de salida	-0,655709	-19,12***	0,034293
Mercedes	-0,198937	-3,405***	0,0584304
Renault	-0,0903487	-2,125**	0,0425079
Ferrari	-0,15496	-3,393***	0,0456677

$R^2$ corregido= 0,481546
F(4,451)= 106,6522

Además el R-cuadrado corregido es superior al de la estimación del modelo 3, por lo que las nuevas variables definidas explican mejor las variaciones en los puntos.

- *TEMPORADA 2012*

En 2012 Mercedes es el único motor significativo, por lo que su pendiente será más favorable. La posición de salida de Renault vuelve a ser la más apropiada para maximizar los puntos totales, como era de esperar.

2012	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	11,6387	20,84***	0,558394
Posición de salida	-0,547463	14,01***	0,0390796
Mercedes	-0,150452	-2,589***	1,012
Renault	-0,0265819	-0,6481	0,0410132
Ferrari	-0,0536615	-1,138	0,0471612

$R^2$ corregido= 0,325319
F(4,475)= 58,74121

- *TEMPORADA 2013*

Renault, en 2013, se posiciona de forma ventajosa al inicio de las carreras que le permite aprovechar de manera más eficiente los puntos disputables. Y es Ferrari y Mercedes quienes, al ser significativos, afectan a la pendiente. Mercedes, de nuevo, al tener una pendiente mayor aprovechará su posición de salida de forma más eficiente que Ferrari.

2013	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	13,8506	25,24***	0,548768
Posición de salida	-0,684556	-13,9***	0,0492594
Mercedes	-0,221842	-3,448***	0,06434
Renault	-0,0511282	-0,9926	0,0515071
Ferrari	-0,212268	-3,526***	0,0602065

$R^2$ corregido= 0,466535
F(4,413)= 92,17039

El R-cuadrado corregido del modelo es muy parecido al inicial, pero representando un nivel más bajo de las variables exógenas con respecto a los puntos.

- *TEMPORADA 2014*

Ninguno de los dos motores resulta significativo, por lo que no influye su pendiente para conseguir más puntos con la misma posición de salida pero es Mercedes, esta temporada, quien parte como motor mejor preparado para conseguir los puntos. No obstante, el R-cuadrado corregido resulta muy bajo por lo que estas variables no explican de forma eficiente todas las variaciones producidas en la variable endógena.

2014	Coeficiente	t-student	Desv.típica
Constante	11,5049	17,83***	0,645416
Posición de salida	-0,665778	-11,27***	0,059095
Mercedes	0,139926	1,907*	0,073375
Renault	0,0503434	0,9065	0,0555385

$R^2$ corregido= 0,288926
F(3,414)= 57,47891

- *COMPARACIÓN*

Gracias a este nuevo modelo se ha podido observar cómo influye tener una pendiente u otra en la consecución de los puntos, ya que fijándonos en los valores que toman los motores en cada temporada y su significatividad, vemos que alguno teniendo la misma posición de salida que otro, obtiene más puntos gracias a su pendiente. Sobre todo es Mercedes sale favorecido en 2012 y 2013 en la pendiente de su función de producción, y en 2014 como mejor posición en la salida.

## **5. CONCLUSIONES FINALES**

Para concluir con el trabajo, después de analizar los diferentes modelos, explicados en el transcurso del proyecto, sobre la función de producción que existe en la F1, se pueden subrayar varios aspectos.

El primero de ellos es la relevancia que tienen las variables independientes elegidas; posición de salida, piloto y motor. En la actual F1, para cualquier escudería es vital una buena elección tanto del piloto que va a conducir el monoplaza como el motor que debe integrar. Pero sobretodo, el trabajo que realizan todos los empleados de cada escudería en cuanto a los elementos técnicos, como el uso de los neumáticos, la aerodinámica... y otros elementos que son relevantes para determinar la posición de salida.

El segundo aspecto es la gran diferencia que existe hoy en día en la Formula One. Esto se puede observar gracias a los datos que obtenemos en cada modelo y en cada temporada. La mayoría de las veces, se repiten tanto motores significativos, normalmente Renault y Mercedes, como pilotos. Vettel, Hamilton, Alonso o Raikonen son un ejemplo clarísimo de este tipo de pilotos y, por ello, son los más deseados por las escuderías.

En cambio, el resto de pilotos o motores no tienen apenas oportunidades de evolucionar en un mundo tan competitivo como es el de la F1.

En los modelos propuestos se ha podido comprobar cómo el Modelo 1 que tiene una notable capacidad explicativa mejora al introducir variables cualitativas como el piloto y el motor. Se observa, de los resultados globales obtenidos, que el Modelo 2 es el de mayor capacidad explicativa, al obtener una significatividad conjunta mayor que el resto de los modelos. Esto pone de manifiesto que los pilotos constituyen un elemento clave en la generación de puntos (output) en esta actividad deportiva. Los Modelos 3 y 3' mejoran la capacidad explicativa del Modelo 1, pero no mejoran la del Modelo 2. La combinación de variables de los modelos 2, 3 y 3' parece la mejor opción, pero exige una tecnología más sofisticada en las estimaciones a realizar.

Cabría, afirmar, como resultado del presente trabajo, que las capacidades de los pilotos constituyen activos específicos muy determinantes en este deporte, sin dejar de lado la tecnología propia de los motores que contribuye de forma notable en la generación del output deportivo de esta actividad.



## 6. ANEXOS

### MODELO 1 (PUNTOS/ POS.SALIDA)-TEMPORADA 2011

Modelo 1				
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX				
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-456				
Variable dependiente: Puntos				
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
-----	-----	-----	-----	-----
const	12.5572	0.480525	26.13	1.54e-092 ***
Posiciondesalida	-0.669085	0.0336460	-19.89	9.44e-064 ***
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.820333	
Suma de cuad. residuos	11311.98	D.T. de la regresión	4.991619	
R-cuadrado	0.465539	R-cuadrado corregido	0.464362	
F(1, 454)	395.4537	Valor p (de F)	9.44e-64	
Log-verosimilitud	-1379.172	Criterio de Akaike	2762.345	
Criterio de Schwarz	2770.590	Crit. de Hannan-Quinn	2765.593	

### MODELO 1 (PUNTOS/ POS.SALIDA)-TEMPORADA 2012

Modelo 1				
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX				
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-480				
Variable dependiente: Puntos				
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
-----	-----	-----	-----	-----
const	11.1812	0.529935	21.10	2.51e-070 ***
Posiciondesalida	-0.557826	0.0370877	-15.04	3.87e-042 ***
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.819958	
Suma de cuad. residuos	15122.26	D.T. de la regresión	5.624635	
R-cuadrado	0.321238	R-cuadrado corregido	0.319818	
F(1, 478)	226.2230	Valor p (de F)	3.87e-42	
Log-verosimilitud	-1509.123	Criterio de Akaike	3022.247	
Criterio de Schwarz	3030.594	Crit. de Hannan-Quinn	3025.528	

### MODELO 1 (PUNTOS/ POS.SALIDA)-TEMPORADA 2013

Modelo 1				
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX				
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-418				
Variable dependiente: Puntos				
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
-----	-----	-----	-----	-----
const	13.0472	0.528527	24.69	1.62e-083 ***
Posiciondesalida	-0.735326	0.0402414	-18.27	3.45e-055 ***
Media de la vble. dep.	4.590909	D.T. de la vble. dep.	6.999665	
Suma de cuad. residuos	11333.95	D.T. de la regresión	5.219682	
R-cuadrado	0.445258	R-cuadrado corregido	0.443925	
F(1, 416)	333.8985	Valor p (de F)	3.45e-55	
Log-verosimilitud	-1282.832	Criterio de Akaike	2569.665	
Criterio de Schwarz	2577.736	Crit. de Hannan-Quinn	2572.855	

### MODELO 1 (PUNTOS/ POS.SALIDA)-TEMPORADA 2014

Modelo 1				
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX				
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-418				
Variable dependiente: Puntos				
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
-----	-----	-----	-----	-----
const	11.7902	0.621788	18.96	3.09e-058 ***
Posiciondesalida	-0.635282	0.0489943	-12.97	1.58e-032 ***
Media de la vble. dep.	4.832536	D.T. de la vble. dep.	7.601634	
Suma de cuad. residuos	17160.68	D.T. de la regresión	6.422744	
R-cuadrado	0.287829	R-cuadrado corregido	0.286117	
F(1, 416)	168.1290	Valor p (de F)	1.58e-32	
Log-verosimilitud	-1369.529	Criterio de Akaike	2743.059	
Criterio de Schwarz	2751.130	Crit. de Hannan-Quinn	2746.249	

## MODELO 2 (PUNTOS/ POS.SALIDA+PILOTOS)-TEMPORADA 2011

gretl: modelo 1					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-456					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	3.10912	1.20556	2.579	0.0102	**
Posiciondesalida	-0.148177	0.0551427	-2.687	0.0075	***
MICHAELSCHUMACHER	2.40385	1.07493	2.236	0.0258	**
ROSBURG	2.69812	1.16143	2.323	0.0206	**
ALONSO	11.0957	1.27312	8.715	6.11e-017	***
MASSA	3.95928	1.22659	3.228	0.0013	***
KOBAYASHI	0.513113	0.979784	0.5237	0.6008	
SPEREZ	-0.391383	0.989411	-0.3956	0.6926	
MALDONADO	-0.904020	0.964052	-0.9377	0.3489	
BARRICHELLO	-0.707131	0.958788	-0.7375	0.4612	
VETTEL	17.7096	1.40891	12.57	3.89e-031	***
WEBBER	11.0313	1.30441	8.457	4.18e-016	***
PAULDIRESTA	0.0432663	1.03225	0.04191	0.9666	
SUTIL	0.817142	1.03515	0.7894	0.4303	
SEBASTIANBUEMI	-0.151580	0.961923	-0.1576	0.8749	
JAIMEALGUERSUARI	0.380574	0.968399	0.3930	0.6945	
BUTTON	11.8423	1.25673	9.423	2.59e-019	***
HAMILTON	9.36857	1.31287	7.136	4.04e-012	***
HEIDFELD	0.657329	1.00733	0.6525	0.5144	
PETROV	0.390210	1.06698	0.3657	0.7148	
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.820333		
Suma de cuad. residuos	5699.295	D.T. de la regresión	3.615491		
R-cuadrado	0.730723	R-cuadrado corregido	0.718989		
F(19, 436)	62.27121	Valor p (de F)	3.2e-111		
Log-verosimilitud	-1222.874	Criterio de Akaike	2485.748		
Criterio de Schwarz	2568.198	Crit. de Hannan-Quinn	2518.227		
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 13 (PAULDIRESTA)					

## MODELO 2 (PUNTOS/ POS.SALIDA+PILOTOS)-TEMPORADA 2012

gretl: modelo 1					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-480					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	7.18723	1.28139	5.609	3.52e-08	***
Posiciondesalida	-0.345956	0.0574635	-6.020	3.56e-09	***
MICHAELSCHUMACHER	-1.39876	1.38787	-1.008	0.3141	
ROSBURG	0.714753	1.39454	0.5125	0.6085	
ALONSO	8.82310	1.49285	5.910	6.66e-09	***
MASSA	2.32043	1.38261	1.678	0.0940	*
KOBAYASHI	-0.174144	1.33995	-0.1300	0.8967	
SPEREZ	0.350727	1.32570	0.2646	0.7915	
MALDONADO	-1.20091	1.35869	-0.8839	0.3772	
BRUNOSENNA	-0.707361	1.28766	-0.5493	0.5830	
VETTEL	9.20985	1.52775	6.028	3.40e-09	***
WEBBER	3.18661	1.50101	2.123	0.0343	**
PAULDIRESTA	-0.926037	1.34336	-0.6893	0.4910	
HULKENBERG	-0.0760374	1.34336	-0.05660	0.9549	
VERGNE	-0.627067	1.25446	-0.4999	0.6174	
DANIELRICCIARDO	-1.60168	1.28037	-1.251	0.2116	
BUTTON	4.44418	1.48158	3.000	0.0028	***
HAMILTON	3.80038	1.55363	2.446	0.0148	**
GROSJEAN	0.515011	1.43108	0.3599	0.7191	
RAIKONEN	5.64014	1.45044	3.889	0.0001	***
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.819958		
Suma de cuad. residuos	11966.50	D.T. de la regresión	5.100404		
R-cuadrado	0.462884	R-cuadrado corregido	0.440699		
F(19, 460)	20.86451	Valor p (de F)	1.46e-50		
Log-verosimilitud	-1452.950	Criterio de Akaike	2945.899		
Criterio de Schwarz	3029.375	Crit. de Hannan-Quinn	2978.712		
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 14 (HULKENBERG)					

## MODELO 2 (PUNTOS/ POS.SALIDA+PILOTOS)-TEMPORADA 2013

gretl: modelo 1					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-418					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	8.47842	1.38597	6.117	2.28e-09	***
Posiciondesalida	-0.427294	0.0652041	-6.553	1.75e-010	***
HAMILTON	2.95323	1.54086	1.917	0.0560	*
ROSBERG	2.34320	1.50566	1.556	0.1204	
ALONSO	6.82219	1.43170	4.765	2.65e-06	***
MASSA	0.812182	1.35524	0.5993	0.5493	
ESTEBANGUTIERREZ	-1.19099	1.13490	-1.049	0.2946	
HULKENBERG	-1.67869	1.29552	-1.296	0.1958	
MALDONADO	-1.56659	1.13850	-1.376	0.1696	
BOTTAS	-1.90346	1.15724	-1.645	0.1008	
VETTEL	13.2934	1.60643	8.275	1.96e-015	***
WEBBER	4.31165	1.45579	2.962	0.0032	***
PAULDIRESTA	-0.419767	1.19885	-0.3501	0.7264	
SUTIL	-1.53221	1.20539	-1.271	0.2044	
VERGNE	-2.08196	1.18883	-1.751	0.0807	*
DANIELRICCIARDO	-2.92795	1.26653	-2.312	0.0213	**
BUTTON	-0.160969	1.26818	-0.1269	0.8991	
SPEREZ	-1.19923	1.25201	-0.9578	0.3387	
GROSJEAN	1.93228	1.34937	1.432	0.1529	
RAIKONEN	4.77392	1.33589	3.574	0.0004	***
Media de la vble. dep.	4.590909	D.T. de la vble. dep.	6.999665		
Suma de cuad. residuos	7472.079	D.T. de la regresión	4.332905		
R-cuadrado	0.634278	R-cuadrado corregido	0.616819		
F(19, 398)	36.32942	Valor p (de F)	8.86e-75		
Log-verosimilitud	-1195.757	Criterio de Akaike	2431.513		
Criterio de Schwarz	2512.223	Crit. de Hannan-Quinn	2463.420		
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 17 (BUTTON)					

## MODELO 2 (PUNTOS/ POS.SALIDA+PILOTOS)-TEMPORADA 2014

gretl: modelo 1					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-418					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	2.44109	1.02500	2.382	0.0177	**
Posiciondesalida	-0.149519	0.0541665	-2.760	0.0060	***
HAMILTON	18.3990	1.42900	12.88	5.75e-032	***
ROSBERG	14.4949	1.49679	9.684	4.64e-020	***
ALONSO	7.00840	1.37591	5.094	5.43e-07	***
RAIKONEN	1.85440	1.32416	1.400	0.1622	
MASSA	5.72900	1.35694	4.222	3.00e-05	***
BOTTAS	8.27697	1.38260	5.987	4.78e-09	***
VETTEL	7.52093	1.35002	5.571	4.67e-08	***
DANIELRICCIARDO	11.0138	1.38260	7.966	1.73e-014	***
SPEREZ	2.46627	1.29032	1.911	0.0567	*
HULKENBERG	4.24838	1.30240	3.262	0.0012	***
VERGNE	0.487421	1.29242	0.3771	0.7063	
KVYAT	-0.351723	1.29989	-0.2706	0.7869	
BUTTON	5.45746	1.33876	4.077	5.52e-05	***
MAGNUSSEN	1.76784	1.33342	1.326	0.1857	
GROSJEAN	0.199135	1.27193	0.1566	0.8757	
MALDONADO	0.300424	1.27136	0.2363	0.8133	
BIANCHI	-0.234695	1.27535	-0.1840	0.8541	
Media de la vble. dep.	4.832536	D.T. de la vble. dep.	7.601634		
Suma de cuad. residuos	10179.71	D.T. de la regresión	5.051045		
R-cuadrado	0.577540	R-cuadrado corregido	0.558482		
F(18, 399)	30.30382	Valor p (de F)	2.09e-63		
Log-verosimilitud	-1260.384	Criterio de Akaike	2558.769		
Criterio de Schwarz	2635.443	Crit. de Hannan-Quinn	2589.080		
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 19 (GROSJEAN)					

### MODELO 3 (PUNTOS/ POS.SALIDA+MOTORES)-TEMPORADA 2011

gretl: modelo 2					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1-480					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	13.8928	1.20029	11.57	1.83e-027	***
Posiciondesalida	-0.637650	0.0470497	-13.55	1.31e-035	***
MERCEDES	-3.05044	1.01200	-3.014	0.0027	***
RENAULT	-1.55519	0.914597	-1.700	0.0897	*
FERRARI	-1.73133	0.931687	-1.858	0.0637	*
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.819958		
Suma de cuad. residuos	14815.39	D.T. de la regresión	5.584827		
R-cuadrado	0.335012	R-cuadrado corregido	0.329412		
F(4, 475)	59.82455	Valor p (de F)	6.68e-41		
Log-verosimilitud	-1504.203	Criterio de Akaike	3018.406		
Criterio de Schwarz	3039.275	Crit. de Hannan-Quinn	3026.609		

### MODELO 3 (PUNTOS/ POS.SALIDA+MOTORES)-TEMPORADA 2012

gretl: modelo 2					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1-456					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	14.2579	0.943171	15.12	4.62e-042	***
Posiciondesalida	-0.725009	0.0419842	-17.27	1.17e-051	***
MERCEDES	-1.84835	0.806552	-2.292	0.0224	**
RENAULT	0.0275519	0.745641	0.03695	0.9705	
FERRARI	-2.19043	0.743144	-2.948	0.0034	***
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.820333		
Suma de cuad. residuos	10902.86	D.T. de la regresión	4.916792		
R-cuadrado	0.484869	R-cuadrado corregido	0.480300		
F(4, 451)	106.1264	Valor p (de F)	1.20e-63		
Log-verosimilitud	-1370.773	Criterio de Akaike	2751.547		
Criterio de Schwarz	2772.159	Crit. de Hannan-Quinn	2759.667		

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 4 (RENAULT)

### MODELO 3 (PUNTOS/ POS.SALIDA+MOTORES)-TEMPORADA 2013

gretl: modelo 2					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1-418					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	16.5247	1.18860	13.90	2.58e-036	***
Posiciondesalida	-0.821908	0.0432961	-18.98	3.16e-058	***
MERCEDES	-4.10864	1.04822	-3.920	0.0001	***
RENAULT	-0.824722	0.974194	-0.8466	0.3977	
FERRARI	-3.89176	1.02061	-3.813	0.0002	***
Media de la vble. dep.	4.590909	D.T. de la vble. dep.	6.999665		
Suma de cuad. residuos	10280.30	D.T. de la regresión	4.989165		
R-cuadrado	0.496830	R-cuadrado corregido	0.491956		
F(4, 413)	101.9488	Valor p (de F)	2.63e-60		
Log-verosimilitud	-1262.439	Criterio de Akaike	2534.879		
Criterio de Schwarz	2555.056	Crit. de Hannan-Quinn	2542.856		

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 4 (RENAULT)

### MODELO 3 (PUNTOS/ POS.SALIDA+MOTORES)-TEMPORADA 2014

gretl: modelo 2					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1-418					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	8.65706	0.885511	9.776	1.90e-020	***
Posiciondesalida	-0.527008	0.0520662	-10.12	1.15e-021	***
MERCEDES	4.21273	0.819658	5.140	4.25e-07	***
RENAULT	1.14248	0.771577	1.481	0.1394	
Media de la vble. dep.	4.832536	D.T. de la vble. dep.	7.601634		
Suma de cuad. residuos	16051.31	D.T. de la regresión	6.226660		
R-cuadrado	0.333867	R-cuadrado corregido	0.329040		
F(3, 414)	69.16599	Valor p (de F)	2.83e-36		
Log-verosimilitud	-1355.562	Criterio de Akaike	2719.124		
Criterio de Schwarz	2735.266	Crit. de Hannan-Quinn	2725.505		

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 4 (RENAULT)

### MODELO 3' (PUNTOS/POSICIÓN DE SALIDA+(MOTORES\*POS.SALIDA)-TEMPORADA 2011

gretl: modelo 1					
Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX					
Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-456					
Variable dependiente: Puntos					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	13.4784	0.522656	25.79	8.96e-091	***
PosiciOndesalida	-0.655709	0.0342930	-19.12	4.04e-060	***
MERCEDES	-0.198937	0.0584304	-3.405	0.0007	***
RENAULT	-0.0903487	0.0425079	-2.125	0.0341	**
FERRARI	-0.154960	0.0456677	-3.393	0.0008	***
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.820333		
Suma de cuad. residuos	10876.72	D.T. de la regresión	4.910896		
R-cuadrado	0.486104	R-cuadrado corregido	0.481546		
F(4, 451)	106.6522	Valor p (de F)	7.02e-64		
Log-verosimilitud	-1370.226	Criterio de Akaike	2750.453		
Criterio de Schwarz	2771.065	Crit. de Hannan-Quinn	2758.572		

### MODELO 3' (PUNTOS/POSICIÓN DE SALIDA+(MOTORES\*POS.SALIDA)-TEMPORADA 2012

gretl: modelo 1

Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-480

Variable dependiente: Puntos

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	11.6387	0.558394	20.84	5.36e-069	***
PosiciAndesalida	-0.547463	0.0390796	-14.01	1.44e-037	***
MERCEDES	-0.150152	0.0579865	-2.589	0.0099	***
RENAULT	-0.0265819	0.0410132	-0.6481	0.5172	
FERRARI	-0.0536615	0.0471612	-1.138	0.2558	
Media de la vble. dep.	4.208333	D.T. de la vble. dep.	6.819958		
Suma de cuad. residuos	14905.81	D.T. de la regresión	5.601845		
R-cuadrado	0.330953	R-cuadrado corregido	0.325319		
F(4, 475)	58.74121	Valor p (de F)	2.80e-40		
Log-verosimilitud	-1505.663	Criterio de Akaike	3021.327		
Criterio de Schwarz	3042.196	Crit. de Hannan-Quinn	3029.530		

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 4 (RENAULT)

### MODELO 3' (PUNTOS/POSICIÓN DE SALIDA+(MOTORES\*POS.SALIDA)-TEMPORADA 2013

gretl: modelo 1

Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-418

Variable dependiente: Puntos

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	13.8506	0.548768	25.24	1.04e-085	***
PosiciAndesalida	-0.684556	0.0492594	-13.90	2.72e-036	***
MERCEDES	-0.221842	0.0643400	-3.448	0.0006	***
RENAULT	-0.0511282	0.0515071	-0.9926	0.3215	
FERRARI	-0.212268	0.0602065	-3.526	0.0005	***
Media de la vble. dep.	4.590909	D.T. de la vble. dep.	6.999665		
Suma de cuad. residuos	10794.70	D.T. de la regresión	5.112465		
R-cuadrado	0.471652	R-cuadrado corregido	0.466535		
F(4, 413)	92.17039	Valor p (de F)	5.97e-56		
Log-verosimilitud	-1272.644	Criterio de Akaike	2555.288		
Criterio de Schwarz	2575.466	Crit. de Hannan-Quinn	2563.265		

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 4 (RENAULT)

### MODELO 3' (PUNTOS/POSICIÓN DE SALIDA+(MOTORES\*POS.SALIDA)-TEMPORADA 2014

gretl: modelo 1

Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-418

Variable dependiente: Puntos

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	11.5049	0.645416	17.83	3.71e-053	***
PosiciAndesalida	-0.665778	0.0590950	-11.27	7.31e-026	***
MERCEDES	0.139926	0.0733753	1.907	0.0572	*
RENAULT	0.0503434	0.0555385	0.9065	0.3652	

Media de la vble. dep.	4.832536	D.T. de la vble. dep.	7.601634
Suma de cuad. residuos	17010.97	D.T. de la regresión	6.410094
R-cuadrado	0.294042	R-cuadrado corregido	0.288926
F(3, 414)	57.47891	Valor p (de F)	4.42e-31
Log-verosimilitud	-1367.698	Criterio de Akaike	2743.396
Criterio de Schwarz	2759.538	Crit. de Hannan-Quinn	2749.777

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 4 (RENAULT)

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

La bibliografía utilizada y que ha servido de apoyo para la realización del trabajo fin de grado ha sido la siguiente:

### **LIBROS Y ARTÍCULOS:**

JOSÉ FRANCISCO BELLOD REDONDO- La función de producción de Cobb-Douglas y la economía española.

OFFICIAL F1® RACE PROGRAMME; Formula 1 Gran Premio de España (Revista)

ESTER GUTIÉRREZ Y SEBASTIÁN LOZANO; A DEA approach to performance-based budgeting of formula one constructors (*Journal of Sports Economics* 2014)

TIMOTHY COLLINGS; The Piranha Club: Power and influence in Formula One (2001)

RUSSELL HOTTEN; Winning: The business of Formula One (2000)

### **WEBGRAFÍA:**

<http://www.fia.com>- web oficial de la Fédération Internationale de l'Automobile.

<https://www.formula1.com>- web oficial de la Formula One.